

**STUDI HUBUNG SINGKAT UNTUK GANGGUAN SIMETRIS
DAN TIDAK SIMETRIS PADA SISTEM TENAGA LISTRIK
PT. PLN P3B SUMATERA**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata-1 pada Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas

Oleh

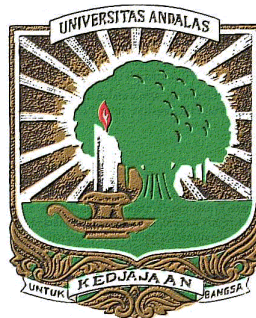
AULIA RAHIM
06 175 057

Pembimbing I

HERU DIBYO LAKSONO, MT
NIP. 19770107 200501 1 002

Pembimbing II

M. NASIR SONNI, MT
NIP. 19700820 199803 1 002



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2011

ABSTRAK

Perluasan sistem tenaga yang dilakukan oleh PT. PLN P3B Sumatera menuntut perlunya analisa ulang terhadap rating peralatan pemutus tenaga (Circuit Breaker), supaya Circuit Breaker (CB) dapat mengamankan sistem tenaga listrik terhadap bahaya gangguan terutama gangguan hubung singkat simetris dan hubung singkat tidak simetris. Untuk hal itu dilakukan studi hubung singkat pada sistem tenaga listrik PT. PLN P3B Sumatera. Perhitungan arus gangguan hubung singkat simetris dan tidak simetris ini didasarkan pada matriks impedansi rel dengan alat bantu perhitungan, digunakan komputer digital dengan bantuan software Matlab. Kesimpulan yang diperoleh adalah arus gangguan yang terbesar, kapasitas Circuit Breaker (CB) dan kapasitas pemutusan. Adapun hasil yang diperoleh pada Sumatera Bagian Utara adalah gangguan terbesar terjadi pada bus 2 (Sei Rotan) dengan nilai arus gangguan terbesar 110,7742 pu, kapasitas CB sebesar 17.723,8720 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 15.508,3880 MVA. Sedangkan untuk Sumatera Bagian Tengah dan Selatan gangguan terbesar terjadi pada 33 (Gunung Megang) dengan nilai arus gangguan terbesar 26,6030 pu, kapasitas CB sebesar 4.229,3446 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 3.700,6765 MVA.

Kata Kunci : *Studi hubung singkat, Gangguan hubung singkat simetris, Gangguan hubung singkat tidak simetris, Arus gangguan terbesar Kapasitas Circuit Breaker (CB), Kapasitas Pemutusan*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Didalam sistem tenaga listrik, studi arus hubung singkat merupakan hal yang penting terutama untuk perencanaan, perancangan serta perluasan sistem tenaga listrik. Data yang diperoleh dari perhitungan ini akan digunakan untuk menentukan penyetelan relai dan kapasitas pemutus tenaga. Pemilihan pemutus rangkaian untuk sistem tenaga listrik tidak hanya tergantung pada arus yang mengalir pada pemutus rangkaian dalam keadaan kerja normal saja tetapi juga pada arus maksimum yang mungkin mengalirinya beberapa waktu dan pada arus yang mungkin harus diputuskannya pada tegangan saluran dimana pemutus itu ditempatkan.

Jika terjadi gangguan pada jaringan sistem tenaga listrik, arus yang mengalir akan ditentukan oleh emf-internal mesin pada impedansinya dan impedansi pada jaringan antara mesin dengan titik tempat terjadinya gangguan tersebut. Arus yang mengalir dalam mesin serempak sesaat setelah terjadinya gangguan, yang mengalir beberapa periode kemudian dan terus bertahan atau dalam keadaan tetap, nilainya berbeda cukup jauh karena pengaruh arus jangkar pada fluks yang membangkitkan tegangan dalam mesin itu. Arus itu berubah relatif lambat dari nilai awalnya ke nilai keadaan mantapnya.

Pada umumnya ada 4 (empat) macam gangguan hubung singkat yang ada pada sistem tenaga yaitu gangguan tiga fasa simetris, gangguan tidak simetris satu fasa ke tanah, gangguan tidak simetris dua fasa ke tanah dan gangguan tidak simetris antar fasa. Apabila gangguan ini sering terjadi dan tidak cepat diatasi maka akan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan sistem tenaga seperti transformator, generator dan sebagainya.

Untuk saat ini, studi hubung singkat pada sistem tenaga listrik yang besar dan saling interkoneksi akan melibatkan perhitungan-perhitungan yang kompleks dan membutuhkan tingkat kecermatan yang tinggi. Oleh karena itu dalam studi arus hubung singkat ini sebagai alat bantu dalam perhitungan digunakan perangkat lunak Matlab. Berdasarkan latar belakang maka permasalahan yang

akan diselesaikan adalah bagaimana menentukan kapasitas pemutusan peralatan pemutus (CB) yang seharusnya dipakai terhadap beberapa gangguan yang timbul sehingga sistem dapat terpelihara dengan aman.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung besarnya arus dan tegangan hubung singkat simetris dan hubung singkat tidak simetris di setiap bus jika terjadi gangguan di salah satu bus pada sistem tenaga listrik PT. PLN P3B Sumatera dan mengevaluasi apakah peralatan pemutus rangkaian memiliki rating yang cukup untuk gangguan hubung singkat maksimum.

1.3 Manfaat Penelitian

Diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan pertimbangan bagi PT. PLN P3B Sumatera untuk memperbaiki kinerja sistem proteksi yang ada sesuai dengan studi hubung singkat yang telah dilakukan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir adalah

- a. Perhitungan arus hubung singkat dilakukan dengan menggunakan data jaringan PT. PLN P3B Sumatera serta perangkat lunak Matlab 7.10.
- b. Perhitungan arus hubung singkat dilakukan dalam 2 subsistem yaitu untuk subsistem Sumatera Bagian Utara meliputi Aceh dan Sumatera Utara serta subsistem Sumatera Bagian Tengah - Selatan meliputi Sumatera Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan dan Lampung.
- c. Perhitungan arus hubung singkat yang dilakukan adalah perhitungan arus hubung singkat 3 (tiga) fasa simetris, hubung singkat 1 (satu) fasa ke tanah, hubung singkat antar fasa dan hubung singkat 2 (dua) fasa ke tanah.
- d. Perhitungan arus gangguan hubung singkat yang dilakukan adalah arus gangguan 2 (dua) siklus pertama (*2 cycles*).
- e. Gangguan hubung singkat terjadi di bus pada sistem tenaga listrik.
- f. Asumsi tegangan sebelum gangguan sebesar $1,0000 \angle 0,0000$.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini dibagi ke dalam 5 (lima) bab dengan sistematika sebagai berikut

BAB I : Pendahuluan

Bab ini berisikan tentang latar belakang penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah sistematika penulisan.

BAB II : Dasar Teori

Bab ini berisikan teori pendukung yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB III : Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan langkah – langkah perhitungan untuk menentukan nilai arus hubung singkat, arus momentari, tegangan tiap bus dan nilai kapasitas pemutusan *circuit breaker*.

BAB IV : Analisis Hasil Dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang analisis studi hubung singkat dilakukan pada sistem tenaga listrik PT. PLN P3B Sumatera dengan menggunakan perangkat lunak Matlab 7.10.

BAB V : Penutup

Bab terakhir ini berisi simpulan dari hasil penelitian dan saran yang disampaikan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian ini.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tentang studi hubungsingkat pada sistem tenaga listrik PT. PLN P3B Sumatera untuk gangguan simetris dan tidak simetris dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Untuk gangguan tiga fasa simetris pada sistem kelistrikan Sumatera bagian utara, jika terjadi gangguan pada masing – masing bus (bus 1 – bus 38) maka nilai arus gangguan total terbesar terdapat pada bus 2 (Sei Rotan) sebesar 40,2386 pu dengan kapasitas CB sebesar 9.085,3456 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 7.949,6774 MVA.
2. Untuk gangguan tidak simetris pada sistem kelistrikan Sumatera bagian utara, jika terjadi gangguan pada masing – masing bus (bus 1 – bus 38) maka nilai arus gangguan total terbesar terdapat pada bus 2 (Sei Rotan) sebagai berikut :
 - Gangguan satu fasa ke tanah sebesar 59,0588 pu dengan kapasitas CB sebesar 9.449,4080 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 8.268,2320 MVA.
 - Gangguan antar fasa sebesar 34,8476 pu dengan kapasitas CB sebesar 5.575,6160 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 4.878,6640 MVA.
 - Gangguan dua fasa ke tanah sebesar 67,3661 pu dengan kapasitas CB sebesar 10.778,5760 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 9.431,2540 MVA.
3. Untuk gangguan tiga fasa simetris pada sistem kelistrikan Sumatera bagian tengah dan selatan, jika terjadi gangguan pada masing – masing bus (bus 1 – bus 65) maka nilai arus gangguan total terbesar terdapat pada bus 33 (Gunung Megang) sebesar 26,6030 pu dengan kapasitas CB sebesar 4.229,3446 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 3.700,6765 MVA.
4. Untuk gangguan tidak simetris pada sistem kelistrikan Sumatera bagian tengah dan selatan, jika terjadi gangguan pada masing – masing bus (bus

1 – bus 65) maka nilai arus gangguan total terbesar terdapat pada bus 33 (Gunung Megang) sebagai berikut:

- Gangguan satu fasa ke tanah sebesar 9,6647 pu dengan kapasitas CB sebesar 1.546,3520 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 1.353,0580 MVA.
- Gangguan antar fasa sebesar 23,0389 pu dengan kapasitas CB sebesar 3.686,2240 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 3.225,4460 MVA.
- Gangguan dua fasa ke tanah sebesar 23,5258 pu dengan kapasitas CB sebesar 3.764,1280 MVA dan kapasitas pemutusan sebesar 3.293,6120 MVA.

5.2 Saran

1. Pada tugas akhir ini studi hubung singkat dilakukan dengan menggunakan *software* Matlab. Dalam pengembangan selanjutnya studi hubung singkat dapat dilakukan dengan *software* lain seperti ETAP atau IPSA dan membandingkan hasil studi hubung singkatnya dengan hasil tugas akhir ini.
2. Hasil studi hubung singkat dalam tugas akhir ini digunakan untuk menentukan nilai kapasitas CB dalam memproteksi sistem dari gangguan hubung singkat maksimum. Selanjutnya hasil studi hubung singkat ini dapat digunakan untuk menentukan rating peralatan proteksi yang lainnya.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Saadat, Hadi, *Power System Analysis*, McGraw-Hill, New York, USA. 1993.
- [2] Stevenson, W.D, Jr, *Analisis Sistem Tenaga Listrik* , diterjemahkan oleh Idris, Kemal Ir, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta, 1994.
- [3] Gonen, Turan , *Modern Power System Analysis*, Jhon Wiley & Sons, Inc, Singapore, 1998.
- [4] Hutaaruk, Ir, Msc, *Transmisi Daya Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1985
- [5] Gonen, Turan, *Electric Power Transmission System Engineering Analysis And Design*, John Wiley & Sons, California , 1988
- [6] Laksono, Heru Dibyo, *Jurnal Hubung Singkat Tiga Fasa Simetris* , Universitas Andalas (UNAND), Padang, April 2008.